

最適酒測臨檢站區位規劃

劉瀚聰¹、洪煥哲²

摘要

酒後駕駛（Driving under the influence, DUI）亦稱酒駕，泛指在酒精、酒類飲品影響下控制並駕駛機動車輛或其他機動交通工具。過去以來，酒駕為一個嚴重公共安全問題，也已被視為一違法或犯罪行為。根據交通部與警政署的資料，近年來雖然酒駕案件數和酒駕肇事死亡人數有下降的趨勢，但仍維持在相當高的數量，說明對於遏止酒駕行為的成效仍有很大的進步空間。當前能有效防範酒駕的方法之一就是設置酒駕臨檢站，酒駕臨檢站不僅能直接取締酒駕行為，藉以降低其公共危險性，也能對其他駕駛或潛在酒駕者達到一定的嚇阻效果。然而，警方人力／時間資源與經費成本有限，如何在考量人力和資源成本的考量的同時維持攔檢酒駕車輛的強度要求，為一實務且重要的實務議題。本研究透過對酒精供應場所進行空間屬性分析，找尋較高機會出現酒駕行為的區域，並納入路網結構的脆弱度分析，加以判斷在運輸路網中相對關鍵重要的酒測路段。同時，依據路網規模大小，擬定在該區域範圍內安排酒測臨檢站的建議位置清單。警方可參考本研究預擬的候選清單，依人力資源、特殊活動、連續假日等不同限制條件，規劃設置合適的酒測站點位置及數量，來達到最小化警方資源及外部社會成本，提升酒駕攔查率，以最大化遏止酒駕行為的成效。

關鍵詞：酒後駕駛、取締、酒駕臨檢站、空間分析、脆弱度。

一、研究背景與動機

酒後駕車是一個全球性的交通安全問題，不僅導致嚴重的人員傷亡，也造成巨大的經濟損失。每年全球有超過 120 萬人死於交通事故，其中酒駕是主要原因之一。在 2023 年，美國每天約有 34 人死於酒駕事故，相當於每 42 分鐘就有一人因酒駕事故而死亡（NHTSA）。歐洲約 25% 的道路死亡與酒駕有關。其他國家如柬埔寨、芬蘭和印度也面臨酒駕執法緩慢或相關知識缺乏的問題。而台灣同樣因傳統的勸酒、應酬文化使得酒駕肇事案件層出不窮，且近年來在經濟的快速成長下使人民對工作之餘的休閒娛樂更加重視，而這樣的需求增加間接促進相關產業發展與多元化，酒吧、夜店、餐酒館等飲酒場所如雨後春筍不斷增加。在飲酒文化盛行的同時如何能有效遏止酒駕行為便成為一個難題。

據《臺灣酒駕防制社會關懷協會通訊》第五十一期內容指出，2023 年台灣酒品稅收約為 259 億元。然而同年酒品健康危害包括龐大的醫療費用、財產損壞、勞動生產力損失，以及家庭照顧和監禁費用等社會成本帶來的經濟損失卻高達至

¹ 國立高雄科技大學土木工程系助理教授（聯絡地址：高雄市三民區建工路 415 號，電話：07-3814526 分機 15232，E-mail:htliou@nkust.edu.tw）。

² 國立高雄科技大學土木工程系碩士班學生。

少 534 億元，這筆損失遠遠超過酒品稅收總額。這表明酒駕問題不僅是交通安全和公共秩序問題，更是一個嚴重的公共財政負擔，形成龐大的外部成本。而這筆巨大的「隱性成本」實際上是由全體納稅人承擔的，即使不飲酒、不酒駕的民眾也在為酒駕行為的後果買單。這揭示了酒駕對社會公平性的潛在影響，因為少數人的不負責任行為卻由多數人承擔後果。這為推動更積極的防制措施提供了強而有力的論據。

一直以來各國政府及民間單位都致力於遏止酒駕行為，常見的防治方法大致可分為三種，第一種是運用各種傳播媒體宣導相關資訊，以期建立民眾養成良好的飲酒習慣與自我規範；第二種是訂定更嚴格的法律條款與提高刑罰，以嚇阻民眾減少酒後駕車；第三種是加強臨檢取締，進而提高民眾酒後駕車被查緝告發的機率。儘管自立法院於民國 88 年將酒駕導致“不能安全駕駛”列入刑法第 185-3 條公共危險罪的範疇後，歷經了多次修法來提高罰金與刑期，也加重酒駕再犯的刑事處罰，但懲罰的「嚴屬性、確定性和迅速性」必須同時具備才能有效嚇阻犯罪。根據交通部路政及道安司統計資料，近十年來（103~113）酒後駕車交通事故件數呈現緩步下降趨勢（如表 1 所示），但案件數和死傷人數仍居高不下。雖然刑罰嚴厲，但執法迅速性和確定性方面若存在缺陷，就可能削弱了整體威嚇效果。（林書慶，2020）

表 1 103~113 年酒後駕車交通事故件數與死傷人數增減比較

酒後駕車交通事故		事故件數（件）		死亡人數（人）		受傷人數（人）	
增減比較		統計值	增減率（%）	統計值	增減率（%）	統計值	增減率（%）
日期	103 年	13,822	-	534	-	17,563	-
	104 年	12,113	-12.36	467	-12.55	15,423	-12.18
	105 年	11,245	-7.17	399	-14.56	14,386	-6.72
	106 年	10,054	-10.59	332	-16.79	12,829	-10.82
	107 年	9,718	-3.34	316	-4.82	12,384	-3.47
	108 年	9,122	-6.13	294	-6.96	11,607	-6.27
	109 年	8,893	-2.51	289	-1.70	11,225	-3.29
	110 年	8,647	-2.77	311	7.61	10,891	-2.98
	111 年	7,863	-9.07	268	-13.83	9,875	-9.33
	112 年	7,954	1.16	253	-5.60	10,081	2.09
	113 年	7,199	-9.49	160	-36.76	9,083	-9.90

資料來源：交通部路政及道安司

加強高能見度的路邊攔檢被認為是對抗酒駕最有效的要素之一（Chang et al., 2020），作為一具備立即性且有效性的酒駕防制措施，不僅能直接取締酒駕行為者，防止其造成更大的公共危害，也能對其他駕駛與潛在酒駕者達到嚇阻效果。然而，因警方人力及經費資源有限，需兼顧不同勤務及因應緊急事故做適當的人力配置，故無法穩定投入大量資源於取締酒駕行為而犧牲或壓縮其他方面的服務量能。

嚴格來說，酒駕違規件數下降不完全等同於酒駕行為人減少，而是酒駕行為者被攔查取締的人數減少或是拒檢拒測的人數增加，故不排除有少數潛在酒駕行為人因熟悉警方巡邏取締的位置或時間而做迴避導致的倖存者偏差。為了找出這些隱形的危害因子，本研究希望能透過對指定範圍內找出多個飲酒場所的密集中心，同時將鄰近飲酒場所的停車場可能增加酒駕的誘因納入考量，再以里辦公室

作為居住區域代表點，找出飲酒場所中心與里辦公室的最短路徑，將其假設為飲酒後駕車回家之路線，最後找出路線上的關鍵路段作為臨檢站設置的建議位置。讓執法單位能更精準地辨識酒駕風險區域，在有限資源下優化配置，並從行為角度理解酒駕動機，從而制定出更全面、更具針對性的防制策略。

二、文獻回顧

2.1 臨檢站的有效性

多篇研究說明酒測臨檢站能有效降低酒駕行為，Shults et al. (2001) 表示預防性酒精測試是減少酒後駕駛最有效的方法之一。酒駕檢查點能使涉酒交通事故減少至少 17%，所有交通事故減少 10-15% (Erke et al., 2009)。台灣在 2012 年年中實施了為期三個月的全國性隨機酒測臨檢，期間顯著減少了酒駕造成的死亡和受傷人數，且在行動結束後效果持續存在 (Chang et al., 2020)。

Banerjee et al. (2019) 使用模擬動差法 (simulated method of moments, SMM) 估計了結構模型的參數，包括駕駛人對酒駕的效用、遇到檢查點的負效用以及他們對警察執法策略的初始信念。結果顯示，被警察抓到的負效用遠大於酒駕的好處，這表明如果能有效部署，酒後檢查點是預防酒駕犯罪的有效工具。Morrison et al. (2022) 則透過貝葉斯階層空間負二項模型來分析臨檢密度與血液酒精濃度 (Blood Alcohol Concentration, BAC) 超標率之間的關係，發現單一酒駕臨檢點能有效短期減少周遭區域的酒駕行為，但其影響力約一週內消失，且主要侷限於約 60,000 人口的區域內。

2.2 警方資源配置

不論警方在執行動態的巡邏或是靜態的臨檢時都會面臨巡邏路線排程或臨檢站選址等問題，期望在部署資源時能有所依據，以尋求效益最大化，Mitchell (1972) 指出傳統警察巡邏轄區劃分方法的局限性，並利用最佳化模型來更有效地分配巡邏警力。通過最小化預期反應距離並考慮工作量均等化等約束，以顯著提高警察的響應效率。Xu and Huang (2015) 利用地理加權卜瓦松迴歸 (Geographically Weighted Poisson Regression) 對縣市層級的肇事風險進行分析，並考慮空間異質性，從而更精準地找出潛在的高風險區域，協助規劃警力部署。Ramon Callao (2016) 也將樹狀模型 (Tree-based models) 用於預測警察預防性檢查點的酒駕行為，使得臨檢更加有目標性。

Chow et al. (2015) 應用 p-medium 模型和最大涵蓋模型來最小化與犯罪熱點間的總加權距離和最大化潛在犯罪熱點的覆蓋範圍，最佳化結果較現有部署位置之加權總距離下降 19%，覆蓋率則上升至接近 100%。Aly and Litwhiler Jr (1979) 基於區位理論及旅行時間最小化開發並應用了一個啟發式模型，協助警察部門選擇勤務簡報站的地點，節省往返於總部和各巡邏轄區之間的換班通勤的時間浪費。Buser (2016) 則提出利用數據驅動的熱點分析，引導警員前往統計上顯著的酒駕高風險地點，並開發名為熱點路線優化 (Hot Spot Route Optimization, HSRO) 巡邏方法，能用相同或較低成本下完成更多有效巡邏路徑，於有限資源下提高執法效率與潛在嚇阻效果。有助於警局依據預算與人力，決定最佳的巡邏車數量與路線選擇。

2.3 可靠度 / 脆弱度

脆弱性是一個複雜的概念，在不同學科中有超過 20 種不同的定義。主要的趨勢集中在「物理脆弱性」和「系統脆弱性」（Wolf et al., 2013）。物理脆弱性側重於元件因外部壓力（如自然災害）而導致的損失程度，以及可能導致整個系統故障的特徵和資產。系統脆弱性則考慮系統因特定元件或互連系統故障而導致的冗餘度、功能性和依賴性。

Yusta et al. (2011) 定義脆弱性為系統對故障、災難或攻擊的脆弱程度。Bier and Azaiez (2008) 認為脆弱性為資產或基礎設施設計、實施或操作中任何容易被敵方利用的弱點。French and Gootzit (2011) 定義脆弱度為一種物理特徵或屬性，使實體、資產、系統、網路或地理區域容易受到攻擊或特定危害。Taylor (2004) 認為如果少量節線的中斷（或效能大幅下降）將顯著降低了節點的可及性，則此網路節點屬於脆弱節點。Grubestic et al. (2007) 提出一個適用於多種網路類型的雙目標空間最佳化模型（Bi-Objective - Node Removal Impact Problem, BO-NRIP）可以同時考慮節線屬性（如：容量）和節點屬性（如：人口）來評估中斷影響，有效辨識出脆弱點，當這些脆弱點被移除時會引發連鎖故障造成嚴重後果，而這種脆弱點通常是網路中連接最多的節點。

Abedi et al. (2019) 回顧過去的文獻後整理出三種主要脆弱度分析方法：

1. 拓撲方法（Topological method）/ 複雜網路分析（Complex network analysis, CNA）：這種方法將電力系統視為由節點（變電站或發電廠）和節線（輸電線路）組成的網路。通過計算中心性等指標來識別最關鍵的節點和節線。不同網路具有不同的節點度分佈特性，影響其對隨機故障和蓄意攻擊的穩健性。這類方法的優點是計算速度快、可擴展性強，但缺點是忽略了實際流量和網路約束。
2. 邏輯方法（Logical methods）：包括賽局理論和分層方法。
3. 賽局理論（Game theory）：用於分析戰略行為，特別是在電力系統的安全性研究中用於模擬攻擊者和防禦者的行為。通常使用非合作賽局模型，尋找納許平衡（Nash equilibrium）。
4. 分層方法（Hierarchical methods）：通過圖示、分群和基於邏輯的分層來分析系統，支持定性和定量分析，有助於降低網路複雜性。
5. 功能方法（Functional methods）：例如代理模型（Agent-based modeling），通過模擬系統中個體代理的行為來分析其對整個系統的影響。這種方法可以模擬網路元件之間的交互，但也需要大量的參數且計算負擔高。

三、研究方法

3.1 資料取得與路網設定

過去研究顯示酒精供應場所（alcohol serving establishments, ASEs）與酒駕行為之間存在正相關，約 40% 的酒駕事件源於 ASEs (NDSHS 2023)。雖然從 ASEs 駕駛不完全一定表示酒駕，但可作為潛在酒駕的代理指標。為了解酒精供應場所與停車場的分布情形，研究利用 Google map API 取得自訂範圍內的熱炒店、餐酒館、酒吧、夜店等酒精供應場所和路外停車場的座標資料，並導入

OpenStreetMap(OSM) 圖資取得道路基本資訊並轉換為由節點與節線組成的簡單路網結構。

3.2 辨識酒精供應場所密集中心

研究採用 p-medium 模型作為中心位置選址準則，其目標為最小化酒精供應場所與中心之間的加權距離，其可表示為公式 (1)

$$\min_{x,y} Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_i x_{ij} d_{ij} \quad (1)$$

其中

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \quad (2)$$

公式 (2) 為確保酒精供應場所點 i 皆被分配且只能分配給一個位於 j 的中心點，此中心點亦代表為酒精供應場所的群聚中心點，同時設定中心點的上限數為 p ，如公式 (3) 所示，

$$\sum_{j=1}^m y_j = p \quad (3)$$

上述公式 (3) 中， n 為區域中 ASEs 的數量； m 為區域中的道路節點總數；對於所有 $i = 1, 2, \dots, n$ ； $j = 1, 2, \dots, m$ ；

x_{ij} 為二元決策變數，表示該酒精供應場所點 i 是否由位於 j 的中心管轄；

y_j 為二元決策變數，表示節點 j 是否設置為中心點；

w_i 為賦予 i 點的權重值； d_{ij} 為 i 點與其所屬 j 點之間的旅行距離（或成本）；

p 為中心設置數量。

p-medium 被認為是一個 NP-hard 問題，其計算時間會隨著變數及約束條件增加呈指數型上升，這使窮舉法耗時且不切實際，過去研究提出多種演算法來求解這類問題，早期由 Maranzana (1964) 提出分區鄰域搜索演算法的概念，將網路分區後透過迭代改進 p 點位置以降低總加權距離，然而此方法無法保證找到全局最佳解。爾後 Teitz and Ban (1968) 提出另一種替換演算法，這種方法將預先確定的設施與非設施進行交換，若在交換後目標函數有所改進，則設施的位置將被交換，這種演算法可以在多項式時間內完成。後續多位學者也提出各種啟發式演算法來求解，Alp et al. (2003) 開發了一種新的遺傳算法，在簡化算法來提升計算速度的同時也能確保其最佳解的品質，結果顯示，對於 85% 的問題，該演算法生成的解在最佳解的 0.1% 以內。Domínguez and Muñoz (2008) 將 p-median 問題轉化為二元二次規劃問題，並使用遞迴神經網絡模型來求解，該方法能有效降低計算複雜度，適合應用於遺傳演算法、禁忌搜尋法等啟發式演算法。

本研究則採用 CBC (Coin-or Branch and Cut) 求解器來進行求解，CBC 是一個開源的混合整數線性規劃 (Mixed Integer Linear Programming, MILP) 求解器，

由 COIN-OR (Computational Infrastructure for Operations Research) 計畫開發。此求解器採用分支定界 (Branch and Bound) 演算法搭配割平面 (Cut Plane) 演算法來計算，在處理整數變數時先將原問題分解為一系列子問題，經由不斷地分支和剪枝來尋找最佳整數解，並透過添加新的約束 (割平面) 來收斂問題的連續鬆弛，從而更快地找到整數解。

3.3 高風險路線

Shaer et al. (2024) 研究發現，當飲酒者離開酒精供應場所後選擇回家的行程會增加駕車的可能性，而選擇繼續參與其他社交活動則會尋求其他移動方式，故本文希望找出酒駕行為人從酒精供應場所返家的可能路線。由於台灣都市發展多為住商混合型態，從宏觀角度而言難以辨識與界定顯著的居住區域，也就無從定義返家路線之終點。而研究將路網向下劃分以里作為子區域單位，透過更微觀的角度分析來盡可能考慮到往返各地的移動路徑。在居住區域中心選擇方面，研究發現里長辦公室為便於服務里民，通常會設立在深入社區的巷弄中。相較於各里的區域幾何中心，里長辦公室更能代表該地居民居住生活的密集區域。故本研究從政府開放資料取得研究範圍內各里的里長辦公室地址作為居住區域中心，並將辦公室之座標位置對應至鄰近網路節點，以方便後續計算。研究使用 Floyd-Warshall 演算法 (Floyd, 1962) 來計算 p 點到居住區域中心的最短路徑來假設為酒駕者返家路線。其核心概念是透過迭代的方式逐步考慮所有可能的中間節點，來更新任意兩點之間的最短距離，如公式 (4) 所示：

$$dist[i][j] = \min_{k \in V} (dist[i][j], dist[i][k] + dist[k][j]) \quad (4)$$

Floyd-Warshall 演算法的優點是其邏輯相對直觀，且一次執行就能得到所有節點對之間的最短路徑。適用於現階段欲取得多組點對間最短路徑的情境。

3.4 關鍵路段識別

為了找出各路線上適合設置臨檢站的位置，本研究從脆弱性概念切入，並參考 (Taylor and D'Este, 2007) 用可及性來描述的方法，如公式 (5) 所示：

$$\Delta c_{ij}^{rs} = s[ij, G(N, E - e_{rs})] - s[ij, G(N, E)] \quad (5)$$

Δc_{ij}^{rs} 表示因路段 e_{rs} 失效導致從節點 i 到節點 j 的廣義旅行成本的變化， $s[ij, G(N, E)]$ 是在完整網絡中從 i 到 j 的最短路徑成本， $s[ij, G(N, E - e_{rs})]$ 則是在去除了路段 e_{rs} 後，從節點 i 到節點 j 的最短路徑成本。

透過依序中斷路徑上的某個路段並重新執行最短路徑搜尋，找出與原始最短路徑相比其成本增加最多的最短路徑，表示該路段失效對原始路徑的影響最大，會使路線兩端的可及性降低。對酒駕行為者而言若不走該路段會讓他需要花最多額外成本返家，同時增加被查緝的風險，故將臨檢站設置在該路段能獲得較高效益。

四、情境分析

4.1 研究範圍

本研究選定高雄市新興區、前金區、鹽埕區作為研究範圍，該地區位在高雄西南側之都會區，涵蓋駁二、流行音樂中心、愛河、六合夜市、新堀江等知名景點以及大統百貨、大立百貨、漢神百貨等商場名店，商業活動繁榮且生活機能豐富，也同時帶動夜生活的商機。研究利用 Google map API 取得區域內的餐酒館、熱炒店、酒吧、夜店、KTV 等共 239 筆酒精供應場所的座標資料，並透過 OpenStreetMap(OSM) 圖資取得研究範圍內的道路資訊並轉換為由 699 個節點與 2039 條節線組成的簡單拓撲路網，其路網結構與酒精供應場所分佈如圖 1 所示。另研究推測酒精供應場所周遭的停車便利性可能為影響酒駕意願的因子之一，故同樣使用 Google map API 擷取範圍內 100 個停車場的座標資料一併繪製於圖 1，以供後續計算分析

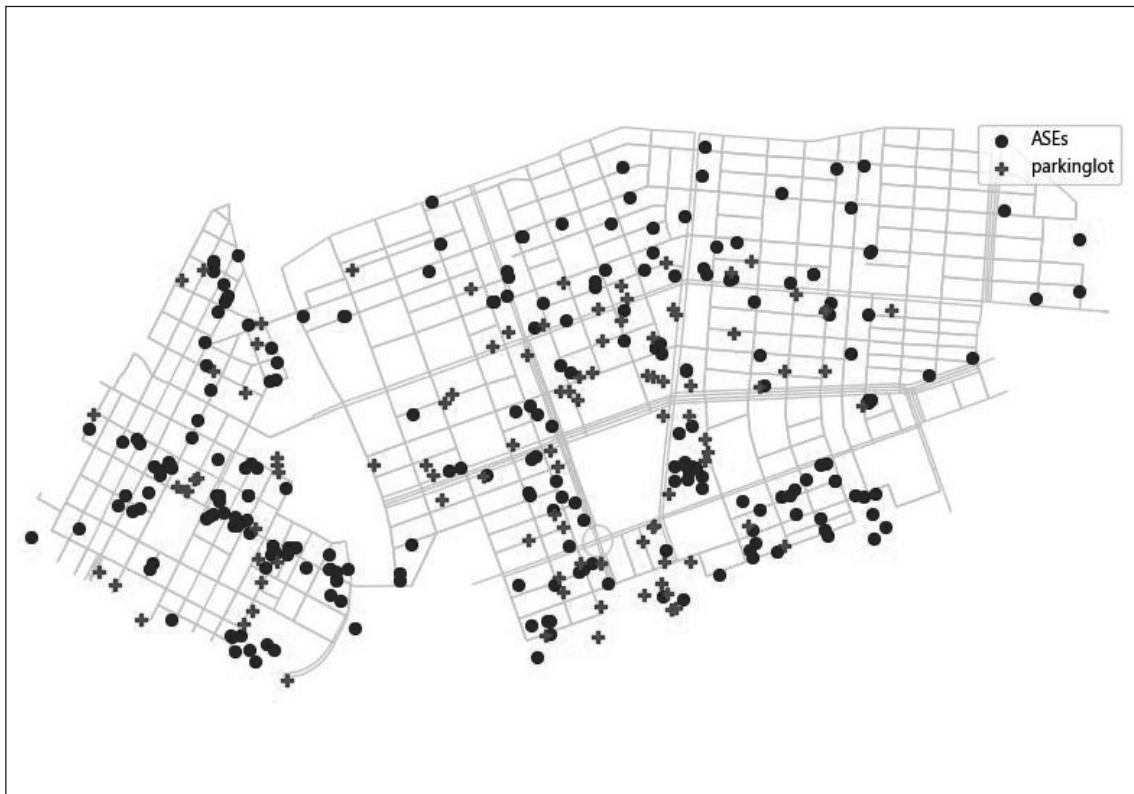


圖 1 酒精供應場所與停車場位置分佈

4.2 中心位置分析

研究將 PuLP 開源庫導入 Python 來呼叫 CBC 求解器執行求解，初步設定 p 點數量為 5、10 進行分析，目標為使酒精供應場所與中心之間的加權歐幾里得距離總和最小化。當酒精供應場所周圍 100 公尺內存在停車場時將給予該類場所 2 倍權重，使中心更傾向於設置在這類具有更高誘因導致酒駕行為發生的場所附近。

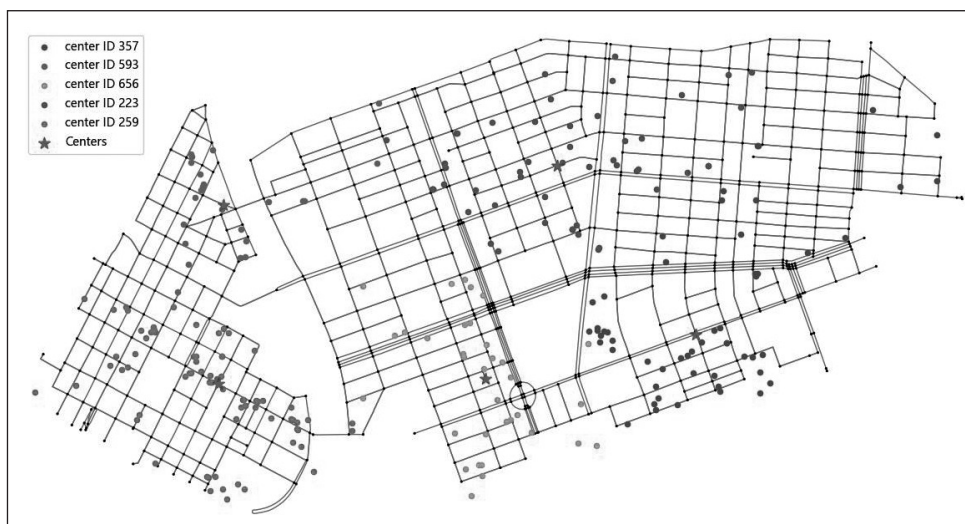


圖 2 酒精供應場所密集中心選址結果 ($p=5$, 權重 = 1)

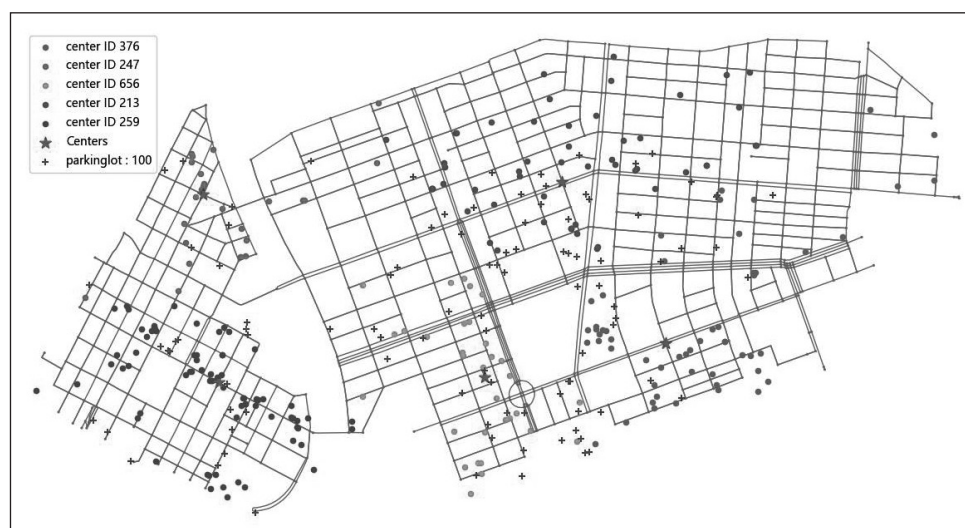


圖 3 酒精供應場所密集中心選址結果 ($p=5$, 權重 = 2)

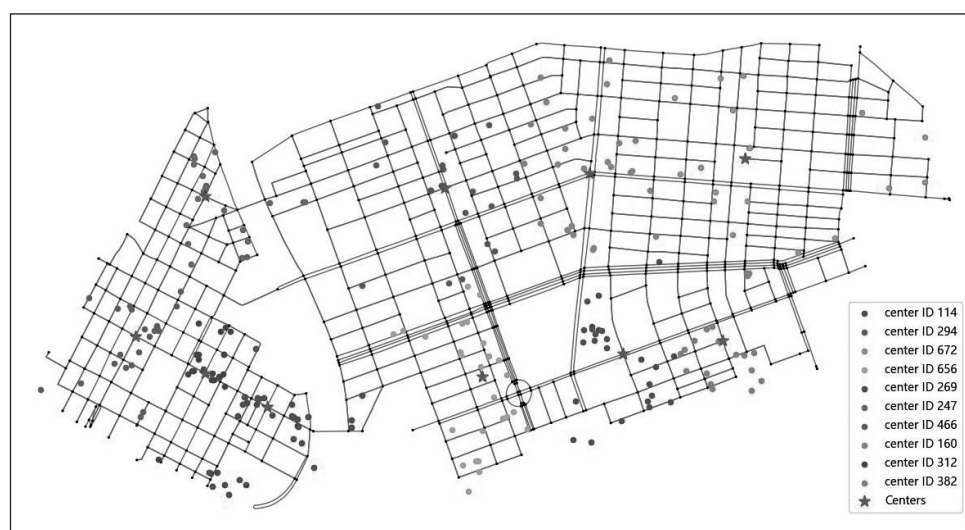


圖 4 酒精供應場所密集中心選址結果 ($p=10$, 權重 = 1)

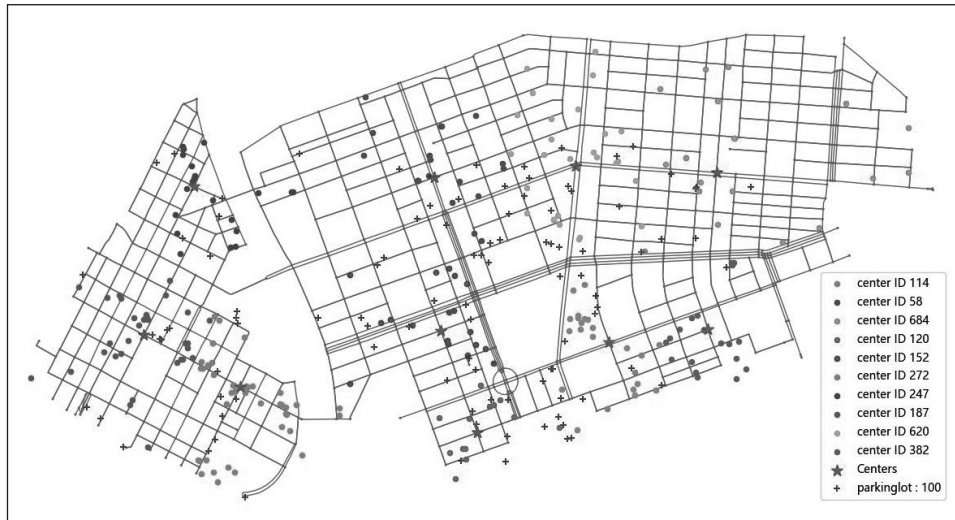


圖 5 酒精供應場所密集中心選址結果 ($p = 10$, 權重 = 2)

根據圖 2 可觀察到，當 p 點設定數量較低時，各中心點大多位在場所密度較高區域，但由於管轄範圍較大，使得像路網右上方相對離群的場所，就明顯與中心點的距離較遠。在這種情況下，中心就無法作為有效代表，從實際層面來看，可能會忽略掉這些飲酒場所離開的酒駕行為人。而當 p 點數量增加時（如圖 4），其分佈就越為平均，也就更能精準辨識出酒精供應場所的密集中心，但計算複雜度也會隨之增加。

另外，將圖 2 與圖 3，圖 4 與圖 5 兩兩相比可發現加權後部分 p 點位置改變，符合研究預期中心點傾向較高機率發生酒駕行為的場所區域。雖然繼續增加權重或許能觀察到較明顯的中心位置更動，但研究認為停車場僅為影響因子之一，尚未考慮個別場所的客流量、大眾運輸便利性等其他變因，若給予單一因子過高權重可能會導致結果失真，未來可透過更有依據的方法調配權重。

4.3 設站清單

研究透過 Floyd-Warshall 演算法對所有 p 點與 73 個居住區域中心執行所有點對的最短路徑，其居住區域中心是以研究範圍內與里長辦公室最接近的路網節點做代表，完成最短路徑排定後下一步就是找出每條路線上的關鍵路段。目前情境設定 p 點數量為 10，此時會有多達 730 條路線，為了縮小目標範圍只關注最能有效提升酒駕攔檢率的路段，參考公式 5，將路線上的每個路段中斷後，更新最短路徑並檢視其成本變化量。其中成本上升最多者即為該路徑上的關鍵路段，最後統計在所有路徑中最常被認定為關鍵路段的路段並進行排序，作為設置臨檢站的建議位置。研究取前八條最關鍵的路段作為建議設站位置，如圖 6 所示，圖中編號對應之實際路段名稱則列於表 2。

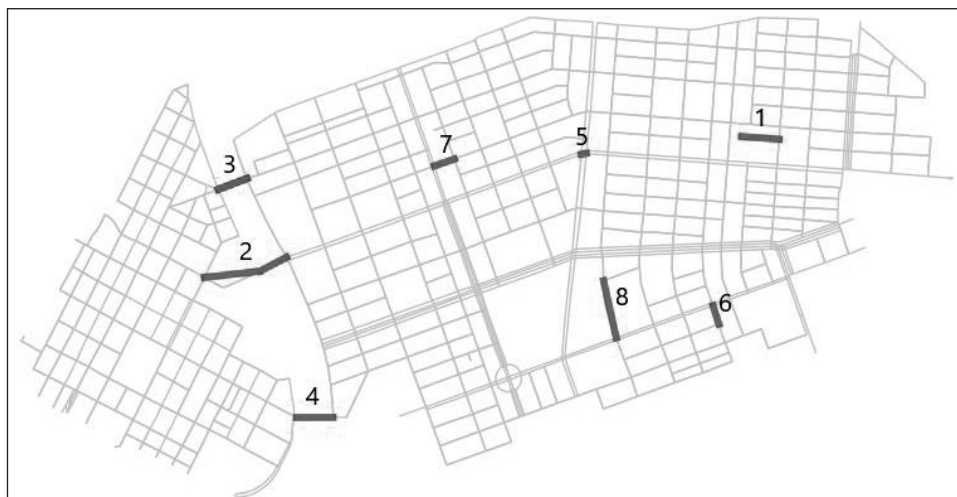


圖 6 臨檢站設置分佈

表 2 酒測臨檢站位置

臨檢站	路段名稱	臨檢站	路段名稱
1	錦田路 59 巷	5	中山 — 中正路口
2	中正四路（大勇路 — 河東路）	6	仁愛二街（五福二路 — 文化路）
3	七賢二路（河西路 — 河東路）	7	六合二路（中華三路 — 新盛一街）
4	五福四路（河西路 — 河東路）	8	文衡一路（竹圍路 — 五福二路）

五、結論與建議

現代人們生活壓力繁重，因此更重視非工作時的休閒娛樂品質，酒精能讓人暫時忘卻煩惱，尋求身心上的慰藉，使得酒精供應場所來客絡繹不絕，連帶產生更頻繁且更嚴重的酒駕事故，然警方在資源成本受限下難以再大幅提升服務量能，使警方單位常常疲於奔命。故本研究提出能精確辨識易發生酒駕行為的酒精供應場所密集區域中心，並推測酒駕行為人可能的返家路線，在路線上最重要的路段攔截到最多的駕駛，以最大化酒測站設置的成本效益。

在模型方面，未來在選擇酒精供應場所的中心時可以納入店家知名度、場所容納空間、大眾運輸便利性等因子，讓中心位置更貼近真實情況。另外，目前假定酒駕行為者返家路線為點到點之間的最短路徑，但實際路線會受到號誌、警方設施、駕駛人習慣等各種因素而改變，未來可嘗試其他最短路徑演算法、將可控變因入考量，或擴大分析至第二、第三最短路徑，也可套用引力模型將距離放入變因中，以提高酒駕攔檢率。

研究初步僅用小範圍路網測試，提出的模式效能與實際效益還有待考驗，未來若取得實際資料進行驗證分析，或透過模擬軟體檢視成效，將有助於模型更符合實際需求。另外，本文僅提供空間上的建議設置清單，未來可參考過去研究與實際數據，擴展至易發生酒駕之時段區間，提供綜合時間與空間上配置臨檢站的參考清單。本文目前設計之臨檢站選址模式還未考量臨檢站與警局之間的距離或分配關係，未來可將警方移動距離與人力編制納入選址約束，改善站點配置。

六、參考文獻

- 林書慶 (2020)，酒後駕車影響因子之研究，中央警察大學犯罪防治研究所博士論文。
- Abedi, A., Gaudard, L., Romerio, F., 2019. Review of major approaches to analyze vulnerability in power system. *Reliability Engineering & System Safety* 183, 153-172.
- Alp, O., Erkut, E., Drezner, Z., 2003. An Efficient Genetic Algorithm for the p-Median Problem. *Annals of Operations Research* 122, 21-42.
- Aly, A.A., Litwhiler Jr, D.W., 1979. Police Briefing Stations: A Location Problem. *A I I E Transactions* 11, 12-22.
- Banerjee, A., Duflo, E., Keniston, D., Singh, N., 2019. The efficient deployment of police resources: Theory and new evidence from a randomized drunk driving crackdown in India. National Bureau of Economic Research.
- Bier, V.M., Azaiez, M.N., 2008. Game theoretic risk analysis of security threats. Springer Science & Business Media.
- Buser, L., 2016. Reducing Alcohol-Related Crashes by Improving Patrols Through Development and Verification of Hot Spot Route Optimization Models. University of Akron.
- Chang, H., Chang, K., Fan, E., 2020. The Intended and Unintended Effects of Drunk Driving Policies. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 82, 23-49.
- Chow, A.H.F., Cheung, C.Y., Yoon, H.T., 2015. Optimization of Police Facility Locationing. *Transportation Research Record* 2528, 60-68.
- Domínguez, E., Muñoz, J., 2008. A neural model for the p-median problem. *Computers & Operations Research* 35, 404-416.
- Erke, A., Goldenbeld, C., Vaa, T., 2009. The effects of drink-driving checkpoints on crashes—A meta-analysis. *Accident Analysis & Prevention* 41, 914-923.
- Floyd, R.W.J.C.o.t.A., 1962. Algorithm 97: shortest path. 5, 345-345.
- French, G.S., Gootzit, D., 2011. Defining and assessing vulnerability of infrastructure to terrorist attack, Vulnerability, Uncertainty, and Risk: Analysis, Modeling, and Management, pp. 782-789.
- Grubestic, T.H., Murray, A.T., Mefford, J.N., 2007. Continuity in Critical Network Infrastructures: Accounting for Nodal Disruptions, in: Murray, A.T., Grubestic, T.H. (Eds.), *Critical Infrastructure: Reliability and Vulnerability*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 197-220.
- Maranzana, F.E., 1964. On the Location of Supply Points to Minimize Transport Costs. *Journal of the Operational Research Society* 15, 261-270.
- Mitchell, P.S., 1972. Optimal Selection of Police Patrol Beats. *The Journal of Criminal Law, Criminology, and Police Science* 63, 577-584.

- Morrison, C.N., Kwizera, M., Chen, Q., Puljevic, C., Branas, C.C., Wiebe, D.J., Peek-Asa, C., McGavin, K.M., Franssen, S.J., Le, V.K., Keating, M., Ferris, J., 2022. The geography of sobriety checkpoints and alcohol-impaired driving. *Addiction* 117, 1450-1457.
- Ramon Callao, L., 2016. Using tree-based models to predict drunk driving at Police preventive checkpoints. *Universitat Politècnica de Catalunya*.
- Shaer, A., Fielbaum, A., Levinson, D., 2024. Choosing to drive from alcohol serving establishments (ASEs). *Traffic Injury Prevention* 25, 1013-1022.
- Shults, R.A., Elder, R.W., Sleet, D.A., Nichols, J.L., Alao, M.O., Carande-Kulis, V.G., Zaza, S., Sosin, D.M., Thompson, R.S., 2001. Reviews of evidence regarding interventions to reduce alcohol-impaired driving. *American Journal of Preventive Medicine* 21, 66-88.
- Taylor, M.A., 2004. Critical infrastructure and transport network vulnerability: developing a method for diagnosis and assessment. *University of Canterbury New Zealand*.
- Taylor, M.A.P., D'Este, G.M., 2007. Transport Network Vulnerability: a Method for Diagnosis of Critical Locations in Transport Infrastructure Systems, in: Murray, A.T., Grubescic, T.H. (Eds.), *Critical Infrastructure: Reliability and Vulnerability*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 9-30.
- Teitz, M.B., Ban, P., 1968. HEURISTIC METHODS FOR ESTIMATING THE GENERALIZED VERTEX MEDIAN OF A WEIGHTED GRAPH. *Operations Research* 16, 955.
- Wolf, S., Hinkel, J., Hallier, M., Bisaro, A., Lincke, D., Ionescu, C., Klein, R.J.T., 2013. Clarifying vulnerability definitions and assessments using formalisation. *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 5, 54-70.
- Xu, P., Huang, H., 2015. Modeling crash spatial heterogeneity: Random parameter versus geographically weighting. *Accident Analysis & Prevention* 75, 16-25.
- Yusta, J.M., Correa, G.J., Lacal-Aránategui, R., 2011. Methodologies and applications for critical infrastructure protection: State-of-the-art. *Energy Policy* 39, 6100-6119.